

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 100 25 214.1  
**Anmeldetag:** 22. Mai 2000  
**Anmelder/Inhaber:** Carl Zeiss, Heidenheim an der Brenz/DE  
**Bezeichnung:** Littrow-Gitter sowie Verwendungen eines  
Littrow-Gitters  
**IPC:** G 02 B, G 03 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. Mai 2001  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Weihmayer

PATENTANWÄLTE

DR. ULRICH OSTERTAG

DR. REINHARD OSTERTAG

EIBENWEG 10 D-70597 STUTTGART

TEL. +49-711-766845

FAX +49-711-7655701

-----  
Littrow-Gitter sowie Verwendungen eines Littrow-Gitters  
-----

Anmelder: Carl Zeiss  
89518 Heidenheim

Anwaltsakte: 6715.2

Littrow-Gitter sowie Verwendungen eines Littrow-Gitters  
=====

- Die Erfindung betrifft ein Littrow-Gitter mit einer
- 05 Vielzahl paralleler, periodisch aufeinanderfolgender  
Beugungsstrukturen, die auf einem eine Grundfläche vor-  
gebenden Träger angeordnet sind und jeweils eine im wesent-  
lichen im Littrow-Winkel zur Grundfläche geneigte Blaze-  
Flanke und eine Gegenflanke umfassen, wobei die Blaze-  
10 Flanke und die Gegenflanke im Scheitel einer Beugungs-  
struktur einen Apex-Winkel bilden, der geringer ist  
als  $90^\circ$ . Ferner betrifft die Erfindung Verwendungen für  
ein derartiges Littrow-Gitter.
- 15 Derartige Littrow-Gitter sind vom Markt her bekannt. Sie  
werden dann eingesetzt, wenn eine hohe Reflexionseffizienz,  
d.h. eine hohe Beugungseffizienz in Littrow-Anordnung,  
gefordert ist. Ein Apex-Winkel  $< 90^\circ$  führt dazu, daß die  
Gegenflanke, die beim Betrieb des Littrow-Gitters nicht  
20 mit Licht beaufschlagt wird, vom Weg der auf die Blaze-  
Flanke einfallenden Lichtstrahlen beabstandet ist. Dadurch  
kommt es, wie Rechnungen zeigen, nicht zu einer Wechsel-  
wirkung insbesondere der Komponenten der einfallenden  
Lichtstrahlen mit TM-Polarisation mit der Gegenflanke.
- 25 Diese Wechselwirkung führt bei Littrow-Gittern mit größeren  
Apex-Winkeln, bei denen die einfallenden Lichtstrahlen  
direkt benachbart zur Oberfläche der Gegenflanke verlaufen,  
zu einer unerwünschten Reduktion der Reflexionseffizienz.
- 30 Bei der Herstellung derartiger bekannter Littrow-Gitter  
muß aufgrund des Apex-Winkels  $< 90^\circ$  sehr viel Material  
des Gitter-Rohlings abgetragen werden, da die Gegenflanke  
sehr tief in den Gitterrohling "eintaucht". Diese Not-  
wendigkeit, sehr viel Material beim Herstellungsprozeß  
35 abzutragen, erschwert und verteuert die Herstellung

derartiger bekannter Gitter.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung,  
ein Littrow-Gitter der eingangs genannten Art derart  
05 weiterzubilden, daß es sich einfacher und preiswerter  
herstellen läßt, ohne dabei eine Minderung der Reflexions-  
effizienz in Kauf nehmen zu müssen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß  
10 die Gegenflanke mindestens zwei im wesentlichen ebene  
Flächenabschnitte umfaßt, die aneinander angrenzend  
gegeneinander um einen Neigungswinkel geneigt sich pa-  
rallel zur Erstreckungsrichtung der Beugungsstruktur  
erstrecken, wobei durch die Neigung der mindestens zwei  
15 Flächenabschnitte zueinander die Gegenflanke insgesamt  
eine von der Lichteinfallseite her gesehen konkave  
Oberfläche aufweist.

Durch eine derartige Facettierung der Gegenflanke in  
20 mindestens zwei Flächenabschnitte wird erreicht, daß  
sich die Gegenflanke zwar im Bereich des Scheitels der  
Beugungsstruktur schnell vom Weg der Lichtstrahlen entfernt  
(Apex-Winkel  $< 90^\circ$ ); aufgrund der konkaven Facettierung  
und dem daraus resultierenden nicht so stark geneigten  
25 zweiten Flächenabschnitt taucht die Gegenflanke jedoch  
nicht so tief in den Gitterrohling ein, wie dies bei einer  
ebenen Gegenflanke der Fall wäre. Der Materialabtrag bei  
der Herstellung des Littrow-Gitters ist daher reduziert,  
was die Herstellung vereinfacht und preiswerter macht.

30 Bevorzugt weisen die Flächenabschnitte senkrecht zur  
Erstreckungsrichtung der Beugungsstrukturen gemessen  
ein Breitenverhältnis von 0,5 bis 2 auf. Bei einem derar-  
tigen Breitenverhältnis, bei dem ein Flächenabschnitt  
35 höchstens doppelt so breit ist wie der andere, ist bei

gegebenem Neigungswinkel und gegebenem Apex-Winkel der Bereich der Gegenflanke, in dem die beiden Flächenabschnitte aneinander angrenzen, relativ weit vom Lichtweg der einfallenden Lichtstrahlen entfernt. Dadurch ist die Wechselwirkung der einfallenden Lichtstrahlen mit der Gegenflanke optimal gering.

Der Neigungswinkel kann im Bereich vom  $90^{\circ}$  bis  $150^{\circ}$  liegen. Bei einer derartigen Wahl des Neigungswinkels erfolgt eine gute Reduktion des erforderlichen Materialabtrags zum Herstellen des Littrow-Gitters.

Bevorzugt besteht das Littrow-Gitter aus Quarzglas. Derartige Materialien lassen sich durch reaktives Ionenstrahlätzen (RIE) bzw. durch reaktives Ionenätzen (RIE) bearbeiten und bieten sich daher zur holographischen Herstellung der erfindungsgemäßen Beugungsstrukturen an. Alternativ läßt sich auch ein kristallines Material als Material für das Littrow-Gitter einsetzen, wie z.B. Silicium, wobei man dann zusätzlich die Kristalloberfläche zur kristallographischen Orientierung des Kristalls derart ausrichten kann, daß sich eine Vorzugsrichtung bei der Bearbeitung, z.B. durch anisotropes chemisches Ätzen mit KOH, ergibt. Diese Vorzugsrichtung läßt sich z.B. zur Vorgabe des Neigungswinkels oder des Apex-Winkels ausnutzen. Besteht das Beugungsgitter aus dotiertem Quarz, wird das holographische Herstellungsverfahren nochmals vereinfacht, da sich dieses Material aufgrund seines vorteilhaften Expansionsverhaltens bei einem derartigen Herstellungsverfahren sowie bei der Benutzung gut eignet.

Das Littrow-Gitter kann eine die Reflektivität steigernde Beschichtung aufweisen. Dadurch wird die Reflexionseffizienz des Littrow-Gitters gesteigert.

Im Falle des Einsatzes einer die Reflektivität steigern-  
den Beschichtung ist diese bevorzugt eine Aluminium-  
Beschichtung. Eine derartige Beschichtung ist relativ  
05 preiswert und weist ein hohes erreichbares Reflexionsver-  
mögen auf.

Alternative Möglichkeiten zur Steigerung der Reflexions-  
effizienz durch die Materialauswahl ergeben sich, wenn  
10 statt einer die Reflektivität steigernden Beschichtung  
das Littrow-Gitter ein dielektrisches Schichtsystem, z.B.  
eine Mehrzahl von aufeinanderfolgenden Schichten, z.B.  
aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (hochbrechend) und  $\text{MgF}_2$  (niedrigbrechend)  
oder aus  $\text{LaF}_3$  (hochbrechend) und  $\text{MgF}_2$  (niedrigbrechend),  
15 aufweist, wobei die Schichtfolge so gewählt wird, daß  
eine Reflexionsschicht hoher Effizienz resultiert.

Die Blaze-Flanke kann senkrecht zur Erstreckungsrich-  
tung der Beugungsstrukturen gemessen eine Mindestbreite  
20 von  $g \cos(\Theta)$  aufweisen, wobei  $g$  die Gitterperiode des  
Littrow-Gitters und  $\Theta$  den Littrow-Winkel bezeichnen.  
Eine derartige Breite gewährleistet, daß das gesamte Bündel  
einfallender Lichtstrahlen von den Blaze-Flanken reflek-  
tiert werden kann. Hat die Blaze-Flanke genau die Breite  
25 nach der angegebenen Berechnungsformel, kann ein Littrow-  
Gitter mit minimalem Materialabtrag realisiert werden.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist  
es, Verwendungen für das erfindungsgemäße Littrow-Gitter  
30 anzugeben, bei denen die dargestellten Vorteile des Littrow-  
gitters gut genutzt werden. Diese Aufgabe wird gelöst  
durch die nachfolgend aufgeführten bevorzugten Verwen-  
dungen:

35 Eine bevorzugte Verwendung des Littrow-Gitters ist

diejenige in einer Beugungsordnung der einfallenden Lichtwellenlänge oberhalb oder gleich der 15. Beugungsordnung. Bei einer derart hohen Beugungsordnung ist die Dispersion des Littrow-Gitters zur Auswahl der reflektierten Wellenlänge vorteilhaft hoch. Gleichzeitig sind, da die Gitterperiode proportional zur Beugungsordnung ist, die Anforderungen an die Herstellung des Littrow-Gitters nicht so hoch.

Ein vorteilhaftes Verwendungsgebiet des Littrow-Gitters ist die Beugung von UV-Licht mit einer Wellenlänge, die geringer ist als 250 nm. Derartige UV-Lichtquellen sind insbesondere in der Projektions-Lithographie zur Herstellung von Halbleiterstrukturen bei der Chip-Fertigung im Einsatz. Mit einem erfindungsgemäßen Littrow-Gitter läßt sich die Wellenlänge einer derartigen Projektions-Lichtquelle schmalbandig und effizient selektieren.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert; es zeigen:

Figur 1: einen Schnitt durch einen Ausschnitt eines Littrow-Gitters, wobei die Schnittebene senkrecht zur Erstreckungsrichtung der Beugungsstrukturen des Littrow-Gitters verläuft; und

Figuren 2 und 3: Momentaufnahmen bei der Herstellung eines Littrow-Gitters nach Figur 1.

Figur 1 zeigt einen Ausschnitt eines insgesamt mit Bezugszeichen 1 versehenen Littrow-Gitters mit einem Träger 2, auf dem eine Vielzahl paralleler, periodisch angeordneter Beugungsstrukturen 3 angeformt sind, wobei der Ausschnitt von Figur 1 ungefähr zwei Gitterperioden darstellt. Der Träger 2 sowie die Beugungsstrukturen 3

bestehen aus Quarzglas. Die Gitterperiode  $D$ , also der Abstand zwischen zwei Beugungsstrukturen 3, beträgt 3002,5 nm.

- 05 Die Dicke des Trägers 2 ist verglichen mit der Höhe der Beugungsstrukturen 3 sehr groß, z.B. im Bereich mehrerer Millimeter, weswegen der Träger 2 in Figur 1 unterbrochen dargestellt ist.
- 10 Die Oberfläche einer Beugungsstruktur 3 besteht aus drei Flächenabschnitten, die jeweils unterschiedlich zu einer Grundfläche 4 geneigt sind, die vom Träger 2 vorgegeben wird:
- 15 Der am steilsten zur Grundfläche 4 geneigte Flächenabschnitt wird von einer Blaze-Flanke 5 gebildet, die in noch zu beschreibender Weise mit einfallenden Lichtstrahlen wechselwirkt. Die reflektierende Fläche der Blaze-Flanke 5 hat in der Zeichenebene von Fig. 1 eine Breite von 777,1
- 20 nm und ist gegenüber der Grundfläche 4 um einen Winkel  $\Theta$  von  $75^\circ$  geneigt, der für einfallenden Lichtstrahlen ein Littrow-Winkel ist, wie ebenfalls noch beschrieben wird.
- 25 Die beiden anderen Flächenabschnitte der Beugungsstruktur 3, auf welche beim Betrieb des Littrow-Gitters 1 nicht wie auf die Blaze-Flanke 5 die Lichtstrahlen direkt einfallen, bilden eine sich jeweils zwischen den Blaze-Flanken 5 zweier benachbarter Beugungsstrukturen 3 erstreckende Gegenflanke 6: Ein erster Flächenabschnitt 7
- 30 der Gegenflanke 6 begrenzt mit der an ihn angrenzenden Blaze-Flanke 5 einen Apex-Winkel  $\alpha$  der Beugungsstruktur 3, der geringer ist als  $90^\circ$  und in Figur 1 einen Wert von ca.  $50^\circ$  hat. Ein zweiter Flächenabschnitt 8 der
- 35 Gegenflanke 6 liegt jeweils zwischen dem ersten Flächen-



abschnitt 7 und der benachbarten Blaze-Flanke 5.

Die beiden aneinander angrenzenden Flächenabschnitte 7 und 8 sind gegeneinander um einen Neigungswinkel  $\beta$  im Bereich von ca.  $120^\circ$  derart geneigt, daß die Gegenflanke 6 von der Lichteinfallseite des Littrow-Gitters 1 her gesehen konkav ist. Die Breiten der Flächenabschnitte 7, 8 senkrecht zur Erstreckungsrichtung der Beugungsstrukturen 3, also im Fall des Flächenabschnitts 7 der Abstand zwischen den Begrenzungskanten, die gebildet werden durch die Blaze-Flanke 5 und den Flächenabschnitt 7 einerseits und durch den Flächenabschnitt 7 und den Flächenabschnitt 8 andererseits, und im Fall des Flächenabschnitts 8 der Abstand zwischen den Begrenzungskanten, die gebildet werden durch die Blaze-Flanke 5 und den Flächenabschnitt 8 einerseits und durch den Flächenabschnitt 8 und den Flächenabschnitt 7 andererseits, haben in der Darstellung von Figur 1 ein Breitenverhältnis von ca. 1 zu 1,5.

Auch andere Breitenverhältnisse, insbesondere ein Breitenverhältnis von 1 zu 1, sind hier möglich, wobei optimale Effizienzparameter des Littrow-Gitters 1 sich durch wechselweises Optimieren der Breiten sowie des Apexwinkels  $\alpha$  und des Neigungswinkels  $\beta$  ergeben.

25

Das Littrow-Gitter 1 funktioniert folgendermaßen:

Bezüglich parallel einfallender Lichtstrahlen, die von einer Lichtquelle (nicht dargestellt) ausgesandt werden und von denen in Figur 1 beispielhaft die Lichtstrahlen 9', 9'', 9''', 10 dargestellt sind, ist das Littrow-Gitter 1 so angeordnet, daß die Blaze-Flanken 5 mit den einfallenden Lichtstrahlen 9, 10 den Littrow-Winkel  $\Theta$  von  $75^\circ$ , der sich für die angegebene Gitterperiode  $D$  und eine Lichtwellenlänge von 193,35 nm in dreißigster Ordnung

ergibt, einnehmen. Die angegebene Lichtwellenlänge ist die eines Argon-Fluorid-Excimerlasers. Die einfallenden Lichtstrahlen 9, 10 können dabei sowohl senkrecht zur Erstreckungsrichtung der Beugungsstrukturen 3 (TM-Polarisation, Lichtwelle 9') als auch parallel zur Erstreckungsrichtung der Beugungsstrukturen 3 polarisiert sein (TE-Polarisation, Lichtwellen 9'', 9'''), wie dies in Figur 1 schematisch dargestellt ist.

Bei der gewählten Gitterperiode  $D$  der Beugungsstrukturen 3 ist für in die Einfallrichtung zurückreflektierte Lichtstrahlen 11, 12 der angegebenen Wellenlänge die Beugungsbedingung, d.h. die Bedingung konstruktiver Interferenz dreißigster Ordnung erfüllt. Das Littrow-Gitter 1 wirkt also für die einfallenden Lichtstrahlen 9, 10 als Spiegel, der einfallende Lichtstrahlen 9, 10 in dreißigster Beugungsordnung in sich zurückreflektiert.

Für die oben genannten Bedingungen ergeben sich folgende Effizienzparameter für das Littrow-Gitter 1:

1. Eine Reflexionseffizienz von  $\geq 60\%$ , die abhängig vom Breitenverhältnis der Flächenabschnitte 7, 8 und der Größe des Neigungswinkels  $\beta$  bis zu 75% gesteigert werden kann, wobei die Reflexionseffizienz für die TE-Polarisation höher ist als für die TM-Polarisation, insgesamt jedoch nur relativ geringe Reflexionseffizienzunterschiede zwischen TE- und TM-Polarisation vorliegen.
2. Eine Absorption, die  $\leq 20\%$  ist, und durch die oben ange-deutete Optimierung von Breitenverhältnis und Neigungswinkel der Flächenabschnitte 7, 8 bis auf unter 10% verringert werden kann, wobei auch hier der Absorptionsparameter für TE-Polarisation günstiger ist als für

die TM-Polarisation.

Die Herstellung eines Littrow-Gitters nach Art des Littrow-Gitters 1 von Figur 1 verdeutlichen die Herstellungsstadien, die in den Figuren 2 und 3 dargestellt sind. Die Schnittebene dieser Figuren ist analog zu derjenigen der Figur 1 gewählt, allerdings sind die Beugungsstrukturen 3 im Vergleich zu Figur 1 um eine Ebene senkrecht zur Zeichenebene der Figur 1 und senkrecht zur Grundfläche 4 gespiegelt dargestellt.


Im ersten Herstellungsschritt wird ein Gitterrohling 13 aus Quarzglas mit einer Photoresist-Maske 14 beschichtet, holographisch belichtet und sodann entwickelt. In Figur 2 ist der zeitliche Verlauf des Querschnitts dieser Struktur im Zuge der Entwicklung der Photoresist-Maske 14 gezeigt. Die oberste Kurve von Figur 2 stellt die unentwickelte Photoresist-Maske 14 dar, deren ebene Oberfläche parallel zu derjenigen des Gitterrohrlings 13 ist. Im Verlauf der Entwicklung verbleiben in der Bildmitte und den seitlichen Rändern von Figur 2 Stege 15, zwischen denen der Photoresist 14 entfernt wird, derart, daß insgesamt ein halbsinusförmiges Furchenprofil des Photoresists 14 auf dem Gitterrohrling 13 resultiert. Die einzelnen Kurven, die in Figur 2 dargestellt sind, geben die momentane Höhe des Photoresists 14 im Verlauf der Photoresist-Entfernung zu aufeinanderfolgenden Zeitpunkten an. Die Photoresist-Stege 15 haben gemäß der Vorgabe durch die Belichtung zueinander schon den Abstand, der dem für die Beugungsstrukturen 3 gewünschten Abstand von 2958 nm entspricht.

In einem zweiten Herstellungsschritt wird die im ersten Schritt entstandene Struktur einem Ar-Ionenstrahlätzen unterzogen. In Figur 3 ist der zeitliche Verlauf des Quer-

schnitts des Gitterrohrlings 13 mit den Photoresist-Stegen 15 bei diesem Vorgang dargestellt. Sowohl die Photoresist-Stege 15 als auch der Gitterrohling 13 werden schichtweise mit geneigter Vorzugsrichtung abgetragen, bis  
05 im Gitterrohrling 13 eine Ätztiefe von ca.  $3,5 \mu\text{m}$ , gemessen von der ursprünglichen Oberfläche der Photoresist-Maske 14, erreicht ist. Dabei werden aufgrund der geneigten Ätz-Vorzugsrichtung eine asymmetrische Profilverformung des im ersten Schritt hergestellten halbsinusförmigen  
10 Furchenprofils und eine Strukturübertragung in den Gitterrohling 13 erreicht. Die unterste Kurve von Figur 3 zeigt den Zustand bei Erreichen der Soll-Ätztiefe.

Beim Ar-Ionenstrahlätzen des zweiten Herstellungsschritts  
15 wird die Photoresist-Maske 14 vollständig entfernt. Es verbleibt somit das aus dem Gitterrohling 13 geformte Littrow-Gitter nach Art des Littrow-Gitters 1 von Figur 1.

20 Zur Steigerung der Reflexionseffizienz kann das Littrow-Gitter 1 noch zusätzlich mit einer Aluminium-Reflexionsschicht (nicht dargestellt) beschichtet werden, die ggf. noch mit einer  $\text{MgF}_2$ -Schicht überzogen ist.

 25 Alternative Möglichkeiten zur Steigerung der Reflexionseffizienz sind der Einsatz eines dielektrischen Schichtsystems mit alternierenden Lagen einer hochbrechenden und einer niedrigbrechenden Schicht. Als Materialien für die hochbrechende Schicht kommen  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder  $\text{LaF}_3$ ,  
30 für die niedrigbrechende Schicht  $\text{MgF}_2$  in Frage.

## Patentansprüche

=====

05

1. Littrow-Gitter mit einer Vielzahl paralleler, periodisch aufeinanderfolgender Beugungsstrukturen, die auf einer Grundfläche vorgebenden Träger angeordnet sind und jeweils eine im wesentlichen im Littrowwinkel zur
- 10 Grundfläche geneigte Blaze-Flanke und eine Gegenflanke umfassen, wobei die Blaze-Flanke und die Gegenflanke im Scheitel einer Beugungsstruktur einen Apex-Winkel bilden, der geringer ist als  $90^\circ$ ,

- 15 dadurch gekennzeichnet, daß

die Gegenflanke (6) mindestens zwei im wesentlichen ebene Flächenabschnitte (7, 8) umfaßt, die aneinander angrenzend gegeneinander um einen Neigungswinkel ( $\beta$ ) geneigt sich

20 parallel zur Erstreckungsrichtung der Beugungsstruktur (3) erstrecken, wobei durch die Neigung der mindestens zwei Flächenabschnitte (7, 8) zueinander die Gegenflanke (6) insgesamt eine von der Lichteinfallseite her gesehen konkave Oberfläche aufweist.

25

2. Littrow-Gitter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Flächenabschnitte (7, 8) senkrecht zur Erstreckungsrichtung der Beugungsstrukturen (3) gemessen ein Breitenverhältnis von 0,5 bis 2 aufweisen.

30

3. Littrow-Gitter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Neigungswinkel ( $\beta$ ) im Bereich von  $90^\circ$  bis  $150^\circ$  liegt.

- 35 4. Littrow-Gitter nach einem der vorhergehenden Ansprü-

che, dadurch gekennzeichnet, daß es aus Quarzglas besteht.

- 05 5. Littrow-Gitter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es eine die Reflektivität steigernde Beschichtung aufweist.
- 10 6. Littrow-Gitter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung eine Aluminium-Beschichtung ist.
7. Littrow-Gitter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es ein dielektrisches Schichtsystem aufweist.
- 15 8. Littrow-Gitter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das dielektrische Schichtsystem Schichten aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{MgF}_2$  umfaßt.
- 20 9. Littrow-Gitter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das dielektrische Schichtsystem Schichten aus  $\text{LaF}_3$  und  $\text{MgF}_2$  umfaßt.
- 25 10. Littrow-Gitter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Blaze-Flanke (5) senkrecht zur Erstreckungsrichtung der Beugungsstrukturen (3) gemessen eine Mindestbreite von  $g \cos(\Theta)$  aufweist, wobei  $g$  die Gitterperiode des Littrow-Gitters und  $\Theta$  den Littrowwinkel bezeichnen.
- 30 11. Verwendung eines Littrow-Gitters nach einem der Ansprüche 1 bis 10 in einer Beugungsordnung der einfallenden Lichtwellenlänge oberhalb oder gleich der 15. Beugungsordnung.
- 35 12. Verwendung eines Littrow-Gitters nach einem der

Ansprüche 1 bis 11 zur Beugung von UV-Licht (9, 10, 11, 12) mit einer Wellenlänge, die geringer ist als 250 nm.

## Zusammenfassung

=====

05

Ein Littrow-Gitter (1) weist eine Vielzahl paralleler, periodisch aufeinanderfolgender Beugungsstrukturen (3) auf. Diese sind auf einer Grundfläche (4) vorgegebenen Träger (2) angeordnet. Eine Beugungsstruktur (3)

- 10 umfaßt eine im wesentlichen im Littrow-Winkel ( $\delta$ ) zur Grundfläche (4) geneigte Blaze-Flanke (5). Weiterhin weist die Beugungsstruktur (3) eine Gegenflanke (6) auf, die mit der Blaze-Flanke (5) im Scheitel einer Beugungsstruktur (3) einen Apex-Winkel ( $\alpha$ ) bildet, der
- 15 geringer ist als  $90^\circ$ . Die Gegenflanke (6) umfaßt mindestens zwei im wesentlichen ebene Flächenabschnitte (7, 8). Diese erstrecken sich aneinander angrenzend gegeneinander um einen Neigungswinkel ( $\beta$ ) geneigt parallel zur Erstreckungsrichtung der Beugungsstruktur (3). Durch
- 20 die Neigung der mindestens zwei Flächenabschnitte (7, 8) zueinander weist die Gegenflanke (6) eine insgesamt von der Lichteinfallseite her gesehen konkave Oberfläche auf. Es resultiert ein Littrow-Gitter (1) hoher Reflektivität, das mit geringem Materialabtrag bei der Herstellung
- 25 realisiert werden kann.

(Figur 1)



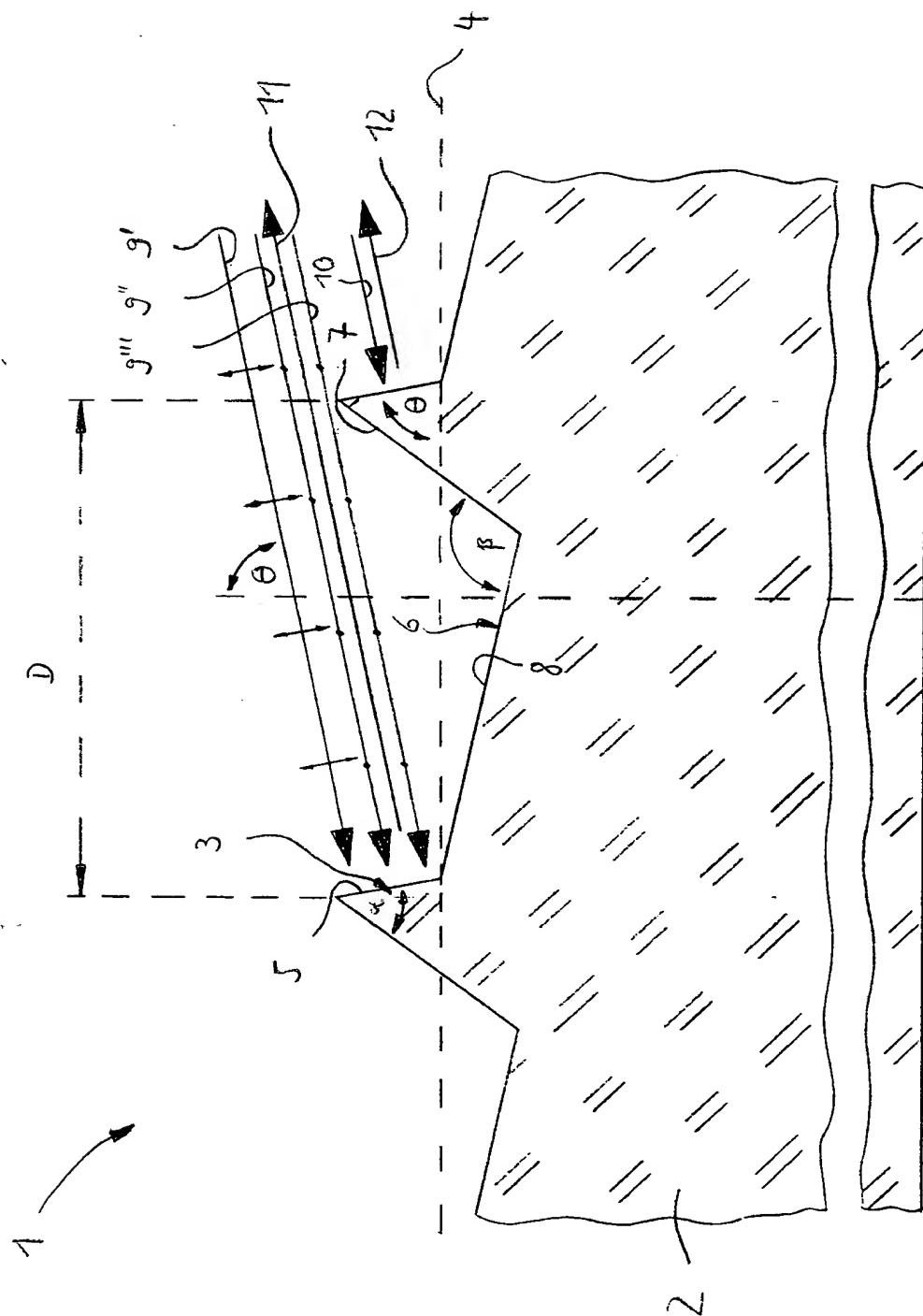


Fig. 7

